

# Hemodiyaliz için oluşturulan proksimal ve distal radyosefalik arteriyovenöz fistüllerin orta dönem sonuçlarının karşılaştırılması

Comparison of the mid-term results of proximal and distal radiocephalic arteriovenous fistulas created for hemodialysis

Cemal Kocaaslan , Mehmet Şenel Bademci , Ahmet Öztekin , Mustafa Aldağ , Emine Şeyma Denli Yalvaç , Ebuzer Aydın 

*İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada distal ve proksimalden yapılan radyosefalik arteriyovenöz fistüllerin orta dönem sonuçları karşılaştırıldı.

**Hastalar ve Yöntemler:** Kliniğimizde Ocak 2015 - Aralık 2016 tarihleri arasında 75 distal ve 65 proksimal arteriyovenöz fistül ameliyatı uygulanan 120 hastanın (64 erkek, 76 kadın; ort. yaş 63.5 yıl; dağılım, 35-70 yıl) verileri retrospektif olarak incelendi. Hastalar Grup 1 (distal radyosefalik arteriyovenöz fistül; n=75) ve Grup 2 (proksimal radyosefalik arteriyovenöz fistül; n=65) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Hastaların demografik verileri ile birlikte fistüllerin primer başarısızlık, altı ve 12 aylık primer açıklık oranları incelendi.

**Bulgular:** Her iki grup arasında primer başarısızlık oranları ve altı ve 12 aylık primer açıklık oranları bakımından anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Ancak diabetes mellitus oranı, proksimal radyosefalik arteriyovenöz fistül grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekti ( $p=0.041$ ).

**Sonuç:** Distal ve proksimal primer başarısızlık ve altı ve 12 aylık primer açıklık oranlarının benzer olması nedeniyle, distalde uygun damar yapısı olmayan veya başarısız distal fistül girişimi olan hastaların, brakial arter ameliyatından önce, proksimal radyosefalik fistül girişim şansı açısından dikkatlice değerlendirilmesi gerektiği kanaatindeyiz.

**Anahtar sözcükler:** Arteriyovenöz fistül; hemodiyaliz; böbrek yetmezliği.

## ABSTRACT

**Objectives:** This study aims to compare the results of distal and proximal radiocephalic arteriovenous fistulas.

**Patients and methods:** Between January 2015 and December 2016, data of 120 patients (64 males, 76 females; mean age 63.5 years; range, 35 to 70 years) who underwent 75 distal and 65 proximal arteriovenous fistula operations in our clinic were retrospectively analyzed. The patients were divided into two groups as Group 1 (distal radiocephalic arteriovenous fistula; n=75) and Group 2 (proximal radiocephalic arteriovenous fistula; n=65). Demographic data of the patients, fistulas primary failure rates, and primary patency rates at six and 12 months were reviewed.

**Results:** There were no significant difference in primary failure rates and primary patency rates at six and 12 months between the groups ( $p>0.05$ ). However, the rate of diabetes mellitus was statistically significantly higher in the proximal radiocephalic fistula group ( $p=0.041$ ).

**Conclusion:** As the primary failure and primary patency rates at six and 12 months from distal and proximal were similar, we believe that patients with inappropriate vascular structure or in whom distal fistula intervention fails should be carefully evaluated for the chance of proximal radiocephalic fistula intervention before brachial fistula operation.

**Keywords:** Arteriovenous fistula; hemodialysis; renal insufficiency.

*Geliş tarihi:* 02 Mart 2018 *Kabul tarihi:* 16 Nisan 2018

**Yazışma adresi:** Dr. Ebuzer Aydın, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, 34000 Kadıköy, İstanbul, Türkiye.  
e-posta: drebuzeraydin@gmail.com

## Atıf:

Kocaaslan C, Bademci MŞ, Öztekin A, Aldağ M, Denli Yalvaç EŞ, Aydın E. Hemodiyaliz için oluşturulan proksimal ve distal radyosefalik arteriyovenöz fistüllerin orta dönem sonuçlarının karşılaştırılması. Damar Cer Derg 2019;28(3):i-v.

Son dönem böbrek yetmezliği hastalığı dünyada ve ülkemizde giderek artan önemli sağlık sorunlarından biridir ve tedavisinde diyaliz ile böbrek nakli yöntemleri yer alır. Sayıca yeterli oranda böbrek nakli yapılamadığı için en sık kullanılan tedavi yöntemi hemodiyalizdir. Önerilen en güvenli hemodiyaliz damar erişim yolu ise arteriyovenöz fistüllerdir.<sup>[1]</sup>

Primer başarısızlık oranları ön kolda el bileği seviyesinden yapılan distal radyosefalik fistüllerde (dRSF) kol seviyesinden yapılan brakıyosefalik fistüllere oranla daha yüksektir.<sup>[2,3]</sup> Distalden girişim yapılan ve primer başarısızlık gelişen hastalar için güncel kılavuzlarda kol düzeyinde brakıyal arter ile oluşturulan brakıyosefalik fistül girişimi önerilmektedir.<sup>[1]</sup> Başarısız dRSF girişim öyküsü olan hastalarda, brakıyosefalik fistüllere alternatif olarak yine ön kolda ve daha proksimal seviyeden, kabul edilebilir uzun dönem açıklık oranlarıyla proksimal radyosefalik fistül (pRSF) girişimi başarıyla yapılabilmektedir.<sup>[4]</sup> Bu şekilde aynı arter ve ven hattı üzerinde ön kolda birden fazla girişim şansı oluşturulmuş ve üst kol bölgesi ilerleyen zamanlarda kullanılmak üzere korunmuş olur.<sup>[5,6]</sup> Biz de merkezimizde dRSF girişimi için uygun damar yapısı olmayan veya başarısız distal girişimi olan hastaları, kolda brakıyal seviyeye geçmeden fizik muayene ve Doppler ultrasonografi (USG) ile detaylı olarak değerlendirmekte ve uygun bulunan hastalara pRSF girişimi yapmaktayız.

Literatürde dRSF ile pRSF'lerin kıyaslandığı çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada kliniğimizde oluşturulan dRSF ile pRSF'lerin primer başarısızlık ve açıklık oranlarının kıyaslanması amaçlandı.

## HASTALAR VE YÖNTEMLER

Ocak 2015 ile Aralık 2016 tarihleri arasında Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde 75 distal radyosefalik ve 65 proksimal arteriyovenöz fistül ameliyatı uygulanan 120 hastanın (64 erkek, 76 kadın; ort. yaş 63.5 yıl; dağılım, 35-70 yıl) verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışma protokolü İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu tarafından onaylandı. Ameliyat öncesi tüm hastalar işlem hakkında detaylıca bilgilendirildi ve yazılı onamları alındı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkeleri uyarınca gerçekleştirildi. Hastaların ameliyat öncesi fizik muayenesi yapıldı, öncelikli olarak non-dominant koldan girişim planlandı ve hastalara modifiye Allen testi uygulandı. Girişimi planlayan cerrah tarafından her

hastaya ameliyat öncesinde Doppler USG ile arter ve ven haritalaması yapıldı. Radyal arter çapı  $\geq 1.7$  mm ve turnike altında sefalik ven çapı  $\geq 2.5$  mm olan hastalar damar yapısı uygun olan hastalar olarak kabul edildi. El bileği seviyesinde damar yapısı uygun görülen hastalara öncelikle dRSF girişimi yapıldı. El bileği seviyesinde uygun damar yapısı olmayan hastalar veya dRSF girişimi başarısız olan hastalar pRSF açısından değerlendirildi. Dirsek bölgesine yakın, daha proksimal bölgede, uygun radyal arter ve sefalik ven yapısı olan hastalara pRSF girişimi yapıldı.

El bileği seviyesinde, sefalik venin dorsal ve ventral dallarının ayrımı sonrasında yapılan fistüller dRSF ve ön kolda radyal arterin ilk 5 cm'lik segmenti kullanılarak oluşturulan fistüller pRSF olarak tanımlandı.

Sonuç ölçütleri, primer başarısızlık ve 6-12 aylık primer açıklık oranları olarak belirlendi. Primer başarısızlık; arteriyovenöz fistülün ilk bir ay içerisinde tromboze olması olarak, primer açıklık oranı ise fistüle müdahale olmaksızın fistülün başarılı çalışması olarak tanımlandı.

Hastaların hepsi lokal anestezi altında, 7.0-8 mm prolen ile uç-yan anastomoz tekniği kullanılarak ameliyat edildi. Vasküler klempajdan beş dakika öncesinde hastalara standart olarak 5.000 İÜ intravenöz heparin uygulandı. Erken dönem komplikasyonu gözlenmeyen hastalar hariç tüm hastalar gününbirlik yatış altında ameliyat edildi ve taburcu edildi. Hastaların verileri hastane işletim sistemi poliklinik modülünden ve hastalar ile yapılan telefon görüşmelerinden sağlandı.

Takipte ulaşılamayan veya kaybedilen hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Sekonder arteriyovenöz fistüller, arteriyovenöz greftler, orta kol seviyesinden yapılan radyosefalik fistüller ve brakıyal arter kullanılarak oluşturulan fistüller çalışma dışı tutuldu.

### İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizi PASW 17.0 versiyon (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) istatistik paket programı ile gerçekleştirildi. Hastaların demografik verilerinin ve fistül açıklık oranlarının kıyaslanmasında eşleştirilmiş t testi ve ki-kare testi kullanıldı. P değerinin  $< 0.05$  olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Toplam 120 hastaya; 75 dRSF ve 65 pRSF olmak üzere 140 ameliyat yapıldı. Distal radyosefalik fistül

**Tablo 1. Hastaların demografik verileri**

Demografik veriler	dRSF (n=75)		pRSF (n=65)		p
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	
Ortalama yaş (yıl)		62.3		64.6	0.891
Cinsiyet					
Erkek	36		28		0.078
Kadın	39		37		0.091
Diabetes mellitus	49	65.3	53	81.5	0.031
Hipertansiyon	67	89.3	56	86.1	0.647
Konjestif kalp yetmezliği (EF: ≤%40)	7	9.3	4	6.1	0.095
Kronik obstrüktif akciğer hastalığı	6	8.0	4	6.1	0.149
Periferik damar hastalığı	16	21.3	12	18.4	0.217
Kalıcı kalp pili	1	1.3	1	1.5	0.792
Hemodiyaliz tedavisi	38	50.6	31	47.6	0.684

dRSF: Distal radiyosefalik fistül; pRSF: Proksimal radiyosefalik fistül; EF: Ejeksiyon fraksiyonu.

yapılan grupta hastaların yaş ortalaması 62.3 yıl olup 36'sı erkek, 39'u kadın idi. Bu hastaların 49'unda (%65.3) Diabetes mellitus (DM), 67'sinde (%89.3) hipertansiyon (HT), yedisinde (%9.3) konjestif kalp yetmezliği (KKY), altısında (%8.0) kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), 16'sında (%21.3) periferik damar hastalığı, birinde (%1.3) kalıcı kalp pili vardı ve 38'i (%50.6) başvuru sırasında hemodiyaliz tedavisi almaktaydı (Tablo 1).

Proksimal radiyosefalik fistül grubunda olan hastaların ise yaş ortalaması 64.6 yıl olup 28'i erkek, 37'si kadın idi. Bu hastaların 53'ünde (%81.5) DM, 56'sında (%86.1) HT, dördünde (%6.1) KKY, dördünde (%6.1) KOA, 12'sinde (%18.4) periferik damar hastalığı, birinde (%1.5) kalıcı kalp pili vardı ve 31'i (%47.6) başvuru sırasında hemodiyaliz tedavisi almaktaydı. Demografik veriler açısından her iki grup benzer idi. Diabetes mellitus hastalığı, pRSF yapılan grupta istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu ( $p=0.0419$ ) (Tablo 1).

Primer başarısızlık oranı dRSF ve pRSF gruplarında sırasıyla %24, %15.3 olarak saptandı. Altı aylık primer açıklık oranları dRSF ve pRSF gruplarında sırasıyla %75.3 ve %65.3, 12 aylık primer açıklık oranları ise sırasıyla %78 ve %70.7 olarak bulundu. Her iki grubun primer başarısızlık, orta dönem sonuçları

olarak 6 ve 12 aylık primer açıklık oranları benzer bulundu ve istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 2).

## TARTIŞMA

Otojen arteriyovenöz fistül, düşük mortalite, morbidite ve maliyet oranına sahip hemodiyaliz damar erişim yoludur.<sup>[7-9]</sup> Fistül girişimlerinde primer başarısızlık oranı her ne kadar %20-60 civarında olsa da arteriyovenöz greft ve hemodiyaliz kateterine kıyasla kullanım süresinin daha uzun, sekonder girişim gereksiniminin daha az ve enfeksiyon riskinin çok daha düşük olması nedeniyle hastalara çok büyük avantajlar sağlamaktadır.<sup>[10-12]</sup>

Distal radiyosefalik fistül girişimi başarısız olan veya distal girişim için uygun damar yapısı olmayan hastalarda güncel literatüre göre brakiyal seviyeden brakiyosefalik arteriyovenöz fistül girişimi önerilmektedir ve bu öneri birçok cerrah tarafından kabul görmektedir. Proksimal radiyosefalik fistül ilk olarak 1997 yılında Gracz ve ark.<sup>[13]</sup> tarafından tanımlanmış olup, günümüzde güvenle uygulanan bir girişim seçeneği olarak bilinmektedir. Distal radiyosefalik fistül ile pRSF'lerin kısa ve uzun dönem sonuçlarının kıyaslandığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Proksimal radiyosefalik fistül girişimi, brakiyal arter seviyesine çıkılmadan, inflow arterin radyal arter olduğu bir fistül imkanı sağlamaktadır. Brakiyal arter kullanılarak yapılan fistüllerde uç-yan anastomoz tekniği kullanıldığı için sefalik venin distal segmentlerinden tekrar fistül girişim şansı ortadan kalkmaktadır. Yine brakiyal arterin kullanıldığı fistüllerde, tekrar girişimler gerektirecek çalma sendromu, sefalik

**Tablo 2. Gruplar arası fistüllerin açıklık ve primer başarısızlık oranları**

	dRSF		pRSF		p
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	
6 aylık açıklık	55	73.3	51	78.4	0.578
12 aylık açıklık	49	65.3	46	70.7	0.094
Primer başarısızlık	18	24	10	15.3	0.087

dRSF: Distal radiyosefalik fistül; pRSF: Proksimal radiyosefalik fistül.

ark stenozu gibi komplikasyonların görülme sıklığı, radyal arter kullanılarak oluşturulan fistüllere kıyasla çok daha yüksek oranlarda bulunmuştur.<sup>[14]</sup>

Girişim öncesi işlemi yapacak cerrah tarafından üst ekstremité arter ve venlerinin Doppler USG ile değerlendirilmesi ve işaretleme yapılması, fistül girişim başarısını artırmak için önerilen yöntemlerden biri haline gelmiştir.<sup>[15]</sup> Bizim de deneyimlediğimiz üzere özellikle girişimi yapacak cerrahın muayenesi ve USG ile değerlendirerek işaretleme yapması hem fistül girişimlerinin başarı oranını artırmakta hem de ön kolda uygun damar yapısı olmayan veya başarısız ön kol girişimi olan hastalarda pRSF girişiminin yapılma oranını artırmaktadır.

Distal radyosefalik fistüller yüksek açıklık ve düşük komplikasyon oranıyla önerilen altın standart damar erişim yoludur ve tüm hastalar mutlaka distal bölgeden fistül girişimine uygunluk açısından değerlendirilmelidir.<sup>[16,17]</sup> Proksimal radyosefalik fistül girişimi teknik olarak daha zordur, bu bölgede radyal arter daha derinde bulunur, özellikle obez hastalarda bu girişim daha yorucu ve zaman alıcıdır. Bu fistülde de inflow olarak radyal arter kullanıldığı için fistüle bağlı distal iskemi oluşma riski daha düşüktür. Hem dRSF hem de pRSF'ler brakial arter kullanılarak oluşturulan fistüllere göre nispeten daha düşük akım miktarına sahip olduğu için kardiyak bozukluklara yol açma riski daha düşüktür.<sup>[18]</sup>

Papanikolaou<sup>[19]</sup> ve Bonforte<sup>[20]</sup> yaptıkları çalışmalarda pRSF'lerin primer açıklık oranlarının dRSF'ler kadar iyi olduğu ve dRSF için uygun damar yapısı olmayan hastaların pRSF için mutlaka değerlendirilmesi gerektiğini göstermişlerdir. Diğer taraftan brakial arter seviyesine çıkılmadığı için ulnar arter akımı patent kalmakta ve bu durum, distal iskemi riskini azaltmaktadır.<sup>[21]</sup> Yapılan başka bir çalışmada ulnar arterin peak sistolik velositesi distalde iskemisi olan hastalarda, olmayanlara kıyasla daha düşük bulunmuş ve ulnar arterin patent kalmasının el iskemisindeki koruyucu rolü vurgulanmıştır.<sup>[22]</sup> Bazı çalışmalarda ise dRSF'lerde primer başarısızlık oranı pRSF'lere kıyasla daha yüksek bulunmuş<sup>[23,24]</sup> ve hatta dört yıllık açıklık oranları bakımından pRSF sonuçları anlamlı seviyede yüksek bulunmuştur.<sup>[24]</sup>

Hem dRSF hem de pRSF'lerin açıklık oranlarının artırılmasında perkütan anjiyografik girişimlerin ve hibrid tedavilerin rolü çok fazladır. Brakial arter seviyesinden açılan fistüllerde perkütan girişimler, radyal arter ile oluşturulan fistüllere kıyasla

hem işlem olarak daha zor hem de uzun dönem açıklık bakımından daha kısa sürelidir.<sup>[25]</sup> Distal radyosefalik fistül ve pRSF'ler arasında ise hem sefalik hem de bazilik ven üzerinden devam akım sağlandığı için perkütan girişim gerekliliği her iki fistül grubu için hemen hemen eşit oranda az tespit edilmiştir.<sup>[26]</sup>

Çalışmamızda diyabetik hasta sayısının pRSF yapılan grupta istatistiksel olarak yüksek olduğunu tespit ettik, bunun nedeninin distalden girişim denenmiş ama başarısız olmuş hastaların çoğunlukla diyabetik olmasından ve yine bu hastaların pRSF grubuna dahil edilmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın kısıtlılıkları öncelikle tek merkezli, retrospektif ve az sayıda olgu ile yapılmış olmasıdır. Çalışmamızda orta dönem, bir yıllık sonuçlar verilmiş olup, uzun dönem sonuçlar hakkında bilgi bulunmamaktadır. Ancak, literatürde dRSF ile pRSF sonuçlarının kıyaslandığı az sayıda çalışma olduğundan, çalışma sonuçlarımızın literatüre katkı sağlayacağı kanısındayız.

Sonuç olarak, bu çalışmada, radyal arter ve sefalik ven yapıları kullanılarak oluşturulan dRSF ve pRSF'lerin 6-12 aylık primer açıklık ve primer başarısızlık oranları arasında anlamlı fark saptanmadı ve sonuçlar birbirine benzerdi. Distal radyosefalik fistül için uygun damar yapısı olmayan veya başarısız distal girişimi olan hastalarda brakial arter seviyesine geçmeden önce pRSF girişimi açısından dikkatlice değerlendirilmesi gerektiği kanaatindeyiz. Konu ile ilgili çok merkezli, daha fazla hasta sayılı ve randomize çalışmalara ihtiyaç vardır.

#### **Çıkar çakışması beyanı**

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

#### **Finansman**

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

## **KAYNAKLAR**

1. Gilmore J. KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations--2006 updates. *Nephrol Nurs J* 2006;33:487-8.
2. Miller PE, Tolwani A, Luscly CP, Deierhoi MH, Bailey R, Redden DT, et al. Predictors of adequacy of

- arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999;56:275-80.
3. Miller CD, Robbin ML, Allon M. Gender differences in outcomes of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2003;63:346-52.
  4. Jennings WC. Creating arteriovenous fistulas in 132 consecutive patients: exploiting the proximal radial artery arteriovenous fistula: reliable, safe, and simple forearm and upper arm hemodialysis access. *Arch Surg* 2006;141:27-32.
  5. Bonforte G, Rossi E, Auricchio S, Pogliani D, Mangano S, Mandolfo S, et al. The middle-arm fistula as a valuable surgical approach in patients with end-stage renal disease. *J Vasc Surg* 2010;52:1551-6.
  6. Capurro F, De Mauri A, Navino C, David P, Chiarinotti D, De Leo M. The middle arm arteriovenous fistula is an additional option to expand autogenous hemodialysis access. *J Vasc Access* 2012;13:208-14.
  7. Sgroi MD, Patel MS, Wilson SE, Jennings WC, Blebea J, Huber TS. The optimal initial choice for permanent arteriovenous hemodialysis access. *J Vag Surg* 2013;58:539-48.
  8. Ravani P, Palmer SC, Oliver MJ, Quinn RR, MacRae JM, Tai DJ, et al. Associations between hemodialysis access type and clinical outcomes: a systematic review. *J Am Soc Nephrol* 2013;24:465-73.
  9. Almasri J, Alsawas M, Mainou M, Mustafa RA, Wang Z, Woo K, et al. Outcomes of vascular access for hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg* 2016;64:236-43.
  10. Lee T, Barker J, Allon M. Comparison of survival of upper arm arteriovenous fistulas and grafts after failed forearm fistula. *J Am Soc Nephrol* 2007;18:1936-41.
  11. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int* 2002;62:1109-24.
  12. Dember LM, Beck GJ, Allon M, Delmez JA, Dixon BS, Greenberg A, et al. Effect of clopidogrel on early failure of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008;299:2164-71.
  13. Gracz KC, Ing TS, Soung LS, Armbruster KF, Seim SK, Merkel FK. Proximal forearm fistula for maintenance hemodialysis. *Kidney Int* 1977;11:71-5.
  14. Seyhan Y, Aksoy E, Günaydın S. Radio-medyan cubital arteriovenous fistula creation for hemodialysis access. *Turk Gogus Kalp Dama* 2015;23:45-50.
  15. Kumtepe G, Müdüroğlu A, Yüksel A, Gürbüz O. Hemodiyaliz hastalarında arteriovenöz fistül cerrahisi öncesi Doppler ultrasonografi değerlendirmesi: Cerrahi deneyimimiz. *Damar Cer Derg* 2017; 26:50-5.
  16. Chisci E, Harris LM, Menici F, Frosini P, Romano E, Troisi N, et al. Outcomes of three types of native arteriovenous fistula in a single center. *J Vasc Access* 2017;18:379-383.
  17. Depboylu BC, Külcü N, Yolyapan AD. Retrospective analysis of arteriovenous fistulas for hemodialysis: Our two-year clinical experience. *Damar Cer Derg* 2014;23:67-71.
  18. 2007 European Renal Association and European Dialysis and Transplant Association registry annual report. Available from: <https://www.era-edta-reg.org/files/annualreports/pdf/AnnRep2007.pdf>. [Accessed: April 26, 2017].
  19. Papanikolaou V, Papagiannis A, Vrochides D, Imvrios G, Gakis D, Fouzas I, et al. The natural history of vascular access for hemodialysis: a single center study of 2,422 patients. *Surgery* 2009;145:272-9.
  20. Bonforte G, Rossi E, Auricchio S, Pogliani D, Mangano S, Mandolfo S, et al. The middle-arm fistula as a valuable surgical approach in patients with end-stage renal disease. *J Vasc Surg* 2010;52:1551-6.
  21. Wu CC, Jiang H, Cheng J, Zhao LF, Sheng KX, Chen JH. The outcome of the proximal radial artery arteriovenous fistula. *J Vasc Surg* 2015;61:802-8.
  22. Vaes RH, Tordoir JH, Scheltinga MR. Blood flow dynamics in patients with hemodialysis access-induced hand ischemia. *J Vasc Surg* 2013;58:446-51.e1.
  23. Rooijens PP, Tordoir JH, Stijnen T, Burgmans JP, Smet de AA, Yo TI. Radiocephalic wrist arteriovenous fistula for hemodialysis: meta-analysis indicates a high primary failure rate. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004;28:583-9.
  24. Sultan S, Hynes N, Hamada N, Tawfick W. Patients on hemodialysis are better served by a proximal arteriovenous fistula for long-term venous access. *Vasc Endovascular Surg* 2012;46:624-34.
  25. Massara M, Finocchiaro P, Volpe A, Alberti A, Volpe P. Percutaneous drug-eluting balloon angioplasty to treat dialysis access stenosis. *Semin Vasc Surg* 2017;30:67-69.
  26. Aktas A, Bozkurt A, Aktas B, Kirbas I. Percutaneous transluminal balloon angioplasty in stenosis of native hemodialysis arteriovenous fistulas: technical success and analysis of factors affecting postprocedural fistula patency. *Diagn Interv Radiol* 2015;21:160-6.